



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007104885/09, 08.02.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.02.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2008

(45) Опубликовано: 10.03.2009 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1451678 A1, 15.01.1989. RU 2042186
C1, 20.08.1995. RU 2143730 C1, 27.12.1999. SU
1282113 A1, 07.01.1987. JP 62095677 A,
02.05.1987. DE 4414418 A1, 24.11.1994.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ",
Центр интеллектуальной собственности, Н.П.
Невраевой

(72) Автор(ы):

Черепанов Александр Николаевич (RU),
Шевченко Кирилл Николаевич (RU),
Шевченко Николай Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

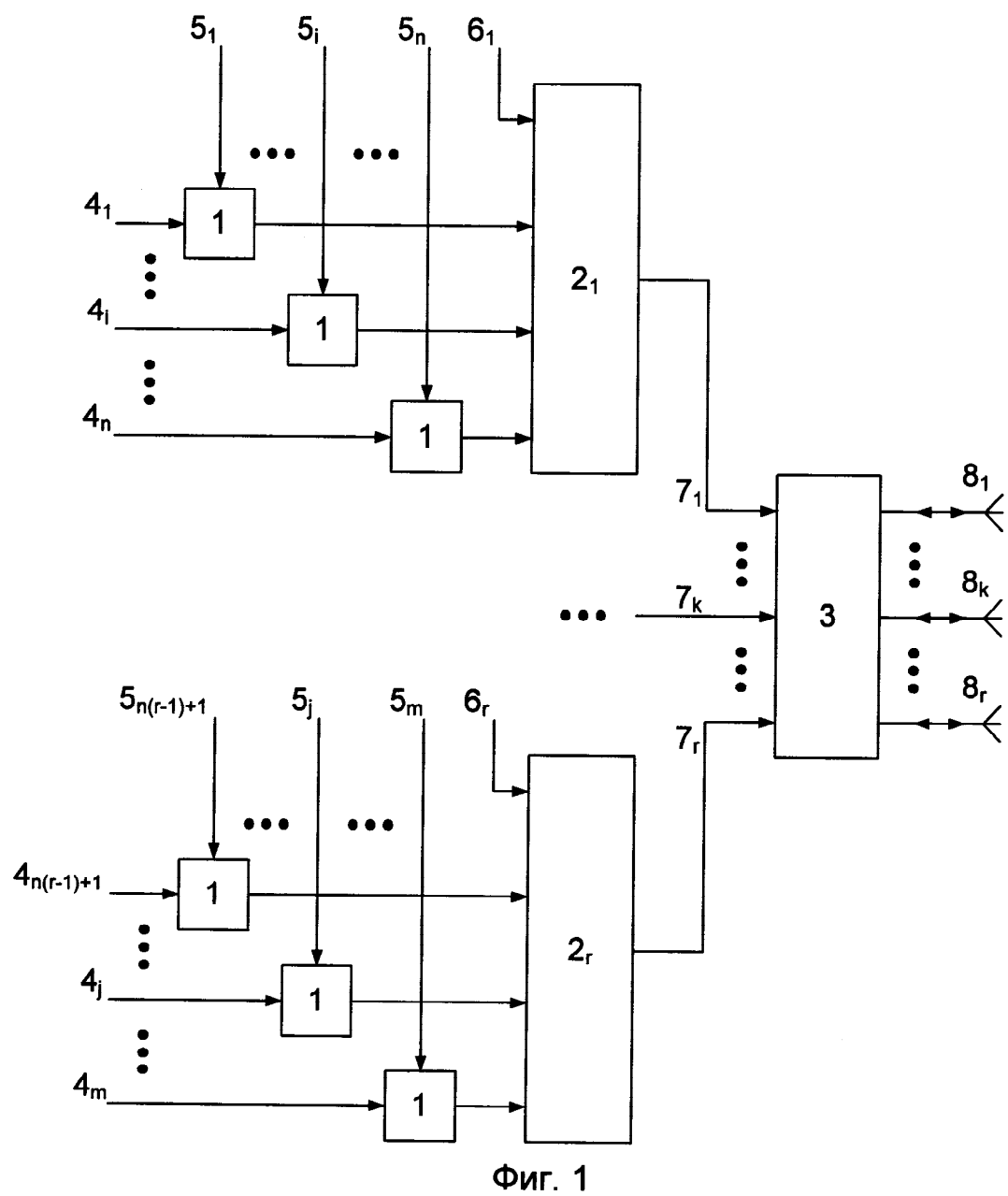
ГОУ ВПО "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU)

(54) МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области
вычислительной техники и может найти
применение в вычислительных системах с
параллельной обработкой информации и высоким
быстродействием. Техническим результатом
является повышение скорости обработки
информации в вычислительных системах с
параллельной обработкой информации.

Устройство содержит блоки элементов «И», (n+1)-
входные сумматоры, логический блок, состоящий
из r цепей из последовательно включенных
частотно-модулированного генератора запуска,
высокочастотного автогенератора со схемой
самогашения, приемно-излучающей системы
высокочастотного автогенератора. 1 з.п. ф-лы, 3
ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G06N 7/02 (2006.01)

G06G 7/12 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2007104885/09, 08.02.2007

(24) Effective date for property rights: 08.02.2007

(43) Application published: 20.08.2008

(45) Date of publication: 10.03.2009 Bull. 7

Mail address:

620002, g.Ekaterinburg, GOU VPO "UGTU-UPI",
Tsentr intellektual'noj sobstvennosti, N.P. Nevraevoy

(72) Inventor(s):

Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Shevchenko Kirill Nikolaevich (RU),
Shevchenko Nikolaj Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):

GOU VPO "Ural'skij gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet-UPI" (RU)

(54) MULTIPURPOSE MODULE

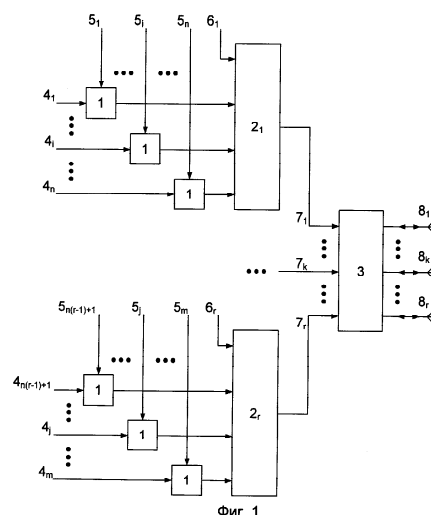
(57) Abstract:

FIELD: physics, computer facilities.

SUBSTANCE: invention concerns field of computer facilities and application in computing systems with parallel processing of the information and high speed can find. The device contains blocks of devices "AND", (n+1)-input adders, the logic block consisting from r of chains from consistently included frequency-modulated generator of start, the high-frequency self-oscillator with the plan of self-clearing which is delivery-radiating systems of the high-frequency self-oscillator.

EFFECT: increase of information processing speed in computing systems with parallel processing of the information.

2 cl, 3 dwg



Изобретение относится к области вычислительной техники и может найти применение в вычислительных системах с параллельной обработкой информации и высоким быстродействием, особо для реализации функций многозначной логики от произвольного числа переменных.

5 Известен универсальный логический модуль (авторское свидетельство SU 1282113 A1, МПК G06P 7/00, опубл. 07.01.1987), содержащий информационные входы, группы настроенных входов, группу входов кода номера реализуемой функции, блоки элементов «И», сумматоры по модулю два, логические блоки, реализующие порождающие функции, и элемент «ИЛИ». Число логических блоков, реализующих порождающие функции, равно
10 числу классов функций, образующих полную систему. Блоки элементов «И» осуществляют покомпонентное умножение n входных информационных переменных на значения настроечных переменных на первых n группах настроечных входов модуля. Полученные произведения покомпонентно складываются по модулю два со значениями настроечных переменных на $(n+1)$ -й группе настроечных входов модуля. По заданному номеру
15 реализуемой функции выходы сумматоров по модулю два коммутируются с входами одного из логических блоков, реализующего соответствующую порождающую функцию. На выходе логического блока формируется значение логической функции, которое через элемент «ИЛИ» поступает на выход модуля.

Однако известный универсальный логический модуль обладает следующими
20 недостатками, не позволяющими в полной мере реализовать преимущества обработки информации с многозначной логикой:

- модуль реализован на элементах двоичной логики, что не позволяет минимизировать количество соединений внутри модуля;
- модуль содержит большое количество логических блоков (число логических блоков, реализующих порождающие функции, равно числу классов функций, образующих полную систему);
- логические блоки реализованы на элементах двоичной логики, что не позволяет минимизировать количество соединений внутри блоков;
- блоки содержат большое количество логических элементов двоичной логики,
30 следовательно, велико и общее количество активных элементов, что снижает надежность и повышает энергопотребление;
- применение такого модуля не приводит к существенному сокращению межэлементных связей между функциональными узлами в вычислительных системах, т.е. не повышает степень распараллеливания вычислительных процессов и скорость их выполнения.

35 Из всех известных устройств наиболее близким к заявляемому является многофункциональный модуль (авторское свидетельство SU 1451678 A1, МПК G06F 7/00, опубл. 15.01.1989), содержащий n блоков элементов «И», $(n+1)$ -сумматор, логический блок, информационные входы модуля, группу настроечных входов модуля, настроечный вход модуля и выход модуля. На информационные входы модуля подаются входные
40 переменные, на настроечные входы - сигналы настройки. На выходе многофункционального модуля реализуются функции K -значной логики от произвольного числа n переменных.

Однако известный многофункциональный модуль обладает следующими недостатками, не позволяющими в полной мере реализовать преимущества обработки информации с
45 многозначной логикой:

- логический блок модуля реализован с применением элементов двоичной логики, что не позволяет минимизировать количество соединений внутри блока;
- блок содержит большое количество логических элементов двоичной логики, следовательно, велико и общее количество активных элементов, что снижает надежность и
50 повышает энергопотребление;
- применение такого модуля не приводит к существенному сокращению межэлементных связей между функциональными узлами в вычислительных системах, т.е. не повышает степень распараллеливания вычислительных процессов и скорость их выполнения.

Задачей изобретения является повышение скорости обработки информации в вычислительных системах с параллельной обработкой информации, особо при реализации функций многозначной логики от произвольного числа переменных.

Эта задача решается за счет того, что многофункциональный модуль содержит блок из n элементов «И» и сумматора с $n+1$ входом, и соединенный с ним логический блок, выход которого является выходом модуля, причем модуль дополнительно содержит $r-1$ блок из n элементов «И» и сумматора с $n+1$ входом, а логический блок представляет собой r цепей из последовательно включенных частотно-модулированного генератора запуска, радиоимпульсного автогенератора со схемой самогашения, приемно-излучающей системы радиоимпульсного автогенератора, причем выход каждого блока из n элементов «И» и сумматора с $n+1$ входом соединен с одной цепью из последовательно включенных частотно-модулированного генератора запуска, радиоимпульсного автогенератора со схемой самогашения, приемно-излучающей системы радиоимпульсного автогенератора, входящих в состав логического блока, а в качестве выхода многофункционального модуля использованы приемно-излучающие системы радиоимпульсных автогенераторов логического блока.

Сущность изобретения заключается в том, что функции многозначных логик реализуются аналоговой физической системой, по меньшей мере, из 2-х взаимодействующих радиоимпульсных автогенераторов со схемами самогашения, находящихся в состоянии фазовой синхронизации частот самогашения колебаний радиоимпульсных автогенераторов, и обладающей многоуровневой характеристикой. Это позволяет применять для обработки информации более эффективные (по сравнению с двухзначной логикой) алгоритмы многозначных логик, а также позволяет создать посредством электромагнитного поля параллельные каналы связи между выходом многофункционального модуля и входами других функциональных элементов вычислительных систем, что, в свою очередь, позволяет последние разнести в пространстве на значительные расстояния и сократить количество монтажных соединений проводниками электрического тока.

Следствием является повышение скорости обработки информации, снижение технологических трудностей, связанных с размещением большого количества проводников в условиях ограниченного объема или в микросхемном исполнении при создании параллельных вычислительных систем, снижение энергопотребления и повышение надежности.

Изобретение поясняется чертежами, на которых изображены: на фиг.1 - структурная схема предлагаемого многофункционального модуля, на фиг.2 - структурная схема логического блока многофункционального модуля.

Многофункциональный модуль (фиг.1) содержит: блоки из n элементов «И» 1 и сумматора 2 с $n+1$ входом, логический блок 3, информационные входы 4 элементов «И» модуля, настроечные входы 5 элементов «И» модуля, настроечные входы 6 сумматоров модуля, входы 7 логического блока и выходы логического блока 8.

Логический блок многофункционального модуля (фиг.2) содержит: входы 7 логического блока, цепочки последовательно включенных частотно-модулированного генератора запуска 9, радиоимпульсного автогенератора 10 со схемой самогашения и приемно-излучающей системой 8 радиоимпульсного автогенератора в качестве выхода логического блока.

Предлагаемое сочетание элементов логического блока позволяет реализовать выходные функции многозначных логик, используя явление взаимной фазовой синхронизации частот самогашения ансамбля периодически запускаемых высокочастотных автогенераторов радиоимпульсных автогенераторов.

Многофункциональный модуль работает следующим образом. Сигналы, представляющие входные переменные $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n; \dots; x_{n(r-1)}, \dots, x_j, \dots, x_m$ (где n - произвольное число входных переменных одного блока из n элементов «И» 1 и сумматора 2 с $n+1$ входом, r - число входов логического блока 3, а общее число входных

переменных $m=n \cdot r$), подаются на соответствующие информационные входы 4 элементов «И» 1 модуля. На настроечные входы 5 элементов «И» 1 модуля подаются настроечные сигналы (весовые коэффициенты) $w_1, \dots, w_i, \dots, w_n, \dots, w_{n(r-1)+1}, \dots, w_j, \dots, w_m$ соответственно, на настроечные входы 6 сумматоров 2 подаются настроечные сигналы (уровни порогов) $w_{01}, \dots, w_{0k}, \dots, w_{0r}$. В результате на выходах элементов «И» 1 формируются сигналы, представляющие результаты умножения входных переменных $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n, \dots, x_{n(r-1)+1}, \dots, x_j, \dots, x_m$ на весовые коэффициенты $w_1, \dots, w_i, \dots, w_n, \dots, w_{n(r-1)+1}, \dots, w_j, \dots, w_m$ соответственно. Сигналы, представляющие результат сложения w_{0k} ($k = \overline{1, r}$) с произведениями $w_i \cdot x_i, \dots, w_j \cdot x_j$ ($i = \overline{1, n}; j = \overline{n(r-1)+1, m}$), с выходов сумматоров 2 подаются на входы 7 логического блока 3, реализующего многозначные логические функции от сумм произвольного числа входных переменных.

Логический блок многофункционального модуля (см. фиг.2) работает следующим образом.

Сигналы с выходов сумматоров 2 (фиг.1) поступают на входы 7 логического блока 3 (фиг.2) и соответственно на управляющие входы частотно-модулированных генераторов запуска 9, которые задают частоты запуска и соответственно эти же частоты гашения колебаний радиоимпульсных автогенераторов 10 со схемами самогашения.

Логический блок реализует выходные функции многозначных логик, используя явление взаимной фазовой синхронизации частот самогашения ансамбля периодически запускаемых радиоимпульсных автогенераторов (РИА) 10.

Процесс фазовой синхронизации частот самогашения ансамбля из 2-х РИА описывается одномерным отображением окружности вида:

$$\phi_{n+1} = \phi_n + \Omega - \frac{K}{2\pi} \sin(2\pi\phi_n), \quad \text{mod } 1; \quad (1)$$

где ϕ - разность фаз частот самогашения взаимодействующих РИА, Ω - расстройка частот самогашения РИА, K - амплитуда взаимодействия РИА. Так как функция в правой части выражения (1) периодическая с периодом 1, то рассматриваются значения Ω , на интервале $[0, 1)$, которые получаются с помощью функции $\text{mod } 1$.

Для описания фазовой синхронизации частот самогашения ансамбля из $N+1$ радиоимпульсных автогенераторов применяется N -мерное отображение окружности.

Для ясности изложения принципа работы логического блока рассмотрим пример реализации одномерного отображения окружности.

Одномерное отображение окружности можно трактовать как вращение радиуса-вектора в плоскости, характеризуемое числом вращения θ - средней угловой скоростью вращения изображающей точки по окружности, т.е. для начальной точки ϕ_0 число вращения определяет средний сдвиг фаз на одну итерацию:

$$\theta = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\phi_n - \phi_0}{n}. \quad (2)$$

где в числителе дроби стоит полный угол поворота радиуса-вектора за n итераций отображения; ϕ_n - значение переменной через n итераций без учета операции $\text{mod } 1$. Рассматривая выражение (1) как модель динамики разности фаз частот самогашения 2-х РИА, число вращения θ можно трактовать как частоту биений (т.е. разность частот самогашения РИА), отнесенную к частоте самогашения одного из РИА.

В области $K \leq 1$ предел (2) существует и не зависит от начальной точки ϕ_0 . При рациональном значении $\theta = p/q$, где p и q - взаимно простые числа, отображение окружности имеет неподвижные точки или циклы с периодом q . Числитель p определяет число оборотов изображающей точки по окружности за q итераций.

Зависимость $\theta(\Omega)$ числа вращения θ от расстройки Ω частот самогашения 2-х РИА описывается самоподобной (фрактальной) кривой, именуемой в нелинейной динамике «чертовой лестницей» (фиг.3). Эта кривая примечательна тем, что имеет бесконечное множество порогов или участков синхронизации, которые и предлагается использовать в качестве реализации выходных функций многозначных логик (на фиг.3 обозначено 10

наиболее широких порогов с соответствующими рациональными отношениями чисел вращения). Число реализации выходных функций зависит от числа используемых РИА, диапазона отношений частот самогашения РИА и величины шума в системе.

Логический блок предлагаемого многофункционального модуля реализует эту многопороговую зависимость $\theta(\Omega)$ и производит вычисление значений выходных функций многозначных логик в зависимости от величин сумм взвешенных сигналов входной информации (входных переменных).

В качестве примера, рассмотрим минимально возможную реализацию логического блока в составе 2-х РИА.

Пусть отношения частот самогашения F_1 и F_2 для 2-х РИА изменяются в диапазоне от 1/1 до 1/10. Тогда в системе из 2-х взаимосвязанных РИА в соответствии с выражением (1) возможно существование 32-х устойчивых состояний (состояний синхронизации), когда отношения частот $F_1/F_2 = p/q$, где p и q - взаимно простые числа (см. таблицу №1).

Поставив в соответствие каждому такому устойчивому состоянию системы выходную многозначную функцию как результат обработки 2-х сумм взвешенных сигналов входной информации, можно получить 32 их реализации.

Таблица №1										
p/q	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
2	X	X	2/3	X	2/5	X	2/7	X	2/9	X
3	X	X	X	3/4	3/5	X	3/7	3/8	X	3/10
4	X	X	X	X	4/5	X	4/7	X	4/9	X
5	X	X	X	X	X	5/6	5/7	5/8	5/9	X
6	X	X	X	X	X	X	6/7	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	7/8	7/9	7/10
8	X	X	X	X	X	X	X	X	8/9	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9/10
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Где: X - дублированные и линейно-зависимые отношения, которые не учитываются.

Эти реализации получаются на выходах 8 логического блока в виде спектров электромагнитного излучения 2-х РИА, находящихся в состоянии взаимной фазовой синхронизации, и доступны для дистанционного съема подобной же системой (или несколькими системами) из 2-х РИА, осуществляющей дискретный по значениям частот самогашения и последовательный во времени обзор возможных реализаций выходных многозначных функций в соответствии с таблицей №1. Для параллельного же во времени обзора соответственно потребуется 32 системы из 2-х РИА, уже попарно настроенных по значениям частот самогашения на возможные реализации выходных многозначных функций.

В общем же случае сигналы с выходов сумматоров 2 (фиг.1) поступают на входы 7 логического блока 3 (фиг.2) и соответственно на управляющие входы частотно-модулируемых генераторов запуска 9, которые задают частоты запуска $F_1/F_2 \dots F_{k-1}/F_k \dots F_{r-1}/F_r$ и соответственно эти же частоты гашения колебаний РИА 10 со схемами самогашения. Парные значения сигналов с выходов сумматоров 2 определяют попарно рациональные отношения частот $F_1/F_2 \dots F_{k-1}/F_k \dots F_{r-1}/F_r$ в заданном диапазоне, как описано выше в принципе представления функций многозначных логик (для описанного примера из 2-х РИА - в диапазоне отношений частот $F_1/F_2 = p/q$ от 1/1 до 1/10).

При попарно рациональных значениях отношений частот $F_1/F_2 \dots F_{k-1}/F_k \dots F_{r-1}/F_r$ из допустимого набора значений (для 2-х РИА допустимый набор значений отношений частот F_1/F_2 определяется таблицей №1), РИА оказываются в состоянии взаимной синхронизации частот самогашения, и это состояние будет сохраняться сколь угодно долго, при условии, что уровни входных сигналов логического блока также не изменяются (разрушающие воздействия, такие как нестабильность питающего напряжения, нестабильность параметров элементов и электромагнитные помехи при этом не учитываем). Это состояние есть реализация многозначной выходной

функции от произвольного числа входных переменных многофункционального модуля, и ей будет соответствовать строго определенный спектр электромагнитного излучения g взаимно синхронизированных РИА (число которых g определяется максимальной кратностью периода q - см. таблицу №1), доступный для считывания с выходов 8

5 логического блока другими подобными системами.

При непрерывном изменении входных сигналов 7 логического блока 3 условие попарно рациональных отношений частот $F_1/F_2/\dots/F_{k-1}/F_k/\dots/F_{r-1}/F_r$ может не выполняться, и тогда состояние синхронизации не наступает (т.е. состояние логического блока находится между 2-мя соседними порогами многопороговой зависимости $\theta(\Omega)$ (см. фиг.3)). Такие
10 состояния - состояния квазипериодических биений, будут являться «незначущими» состояниями логического блока. Эти состояния будут недоступны для дистанционного съема другими подобными (принимающими) системами, как описано выше, и состояния принимающих систем будут оставаться неизменными, пока в логическом блоке не выполнятся условия очередной синхронизации. Эту особенность функционирования
15 многофункционального модуля можно рассматривать как автоматическое округление сумм произвольного числа входных переменных, поскольку многофункциональный модуль реализует выходные многозначные функции от произвольного числа переменных дискретно (фиг.3).

Отличительными особенностями предлагаемого многофункционального модуля,
20 позволяющими реализовать новые полезные качества, является следующее.

Многофункциональным модулем реализуются аналоговые многоуровневые операции многозначных логик, что позволяет применять более эффективные алгоритмы многозначных логик, сократить количество активных элементов и соединительных проводников по сравнению с цифровыми устройствами, построенными на основе двоичной
25 логики, снизить энергопотребление, повысить надежность.

Многофункциональный модуль осуществляет автоматическое округление сумм произвольного числа взвешенных входных переменных.

Одновременно логический блок многофункционального модуля позволяет создать посредством электромагнитного поля параллельные каналы связи между выходом
30 многофункционального модуля, в качестве которого используются приемно-излучающие системы РИА, и входами других функциональных элементов вычислительных систем. Это в свою очередь позволяет разнести в пространстве на значительные расстояния многофункциональный модуль и другие функциональные элементы вычислительной системы и сократить количество монтажных соединений проводниками электрического тока
35 при монтаже вычислительной системы.

Предлагаемый многофункциональный модуль реализуется средствами аналоговой электроники, технологически пригоден к микросхемному исполнению, в том числе и средствами нанотехнологий.

Эти свойства заявляемого многофункционального модуля являются существенными
40 отличиями по сравнению с уже известными аналогичными устройствами.

Формула изобретения

1. Многофункциональный модуль для реализации многозначной логики от произвольного числа переменных, содержащий блок из n элементов И и $(n+1)$ -входовой сумматор, на
45 информационные входы элементов И подаются входные переменные, на настроечные входы - весовые коэффициенты, а выходы соединены с n входами сумматора, $(n+1)$ -й вход которого является настроечным, выход $(n+1)$ -входового сумматора соединен с логическим блоком, выход которого является выходом модуля, отличающийся тем, что модуль дополнительно содержит $r-1$ блок, каждый из которых состоит из n элементов И и $(n+1)$ -
50 входового сумматора, а логический блок представляет собой g цепей из последовательно включенных частотно-модулированного генератора запуска, радиоимпульсного автогенератора со схемой самогашения, приемно-излучающей системы радиоимпульсного автогенератора, причем выход каждого блока из n элементов И и $(n+1)$ -входового

сумматора соединен с одной цепью из последовательно включенных частотно-модулированного генератора запуска, радиоимпульсного автогенератора со схемой самогашения, приемно-излучающей системы радиоимпульсного автогенератора.

2. Многофункциональный модуль, по п.1, отличающийся тем, что в качестве выхода
5 модуля использованы приемно-излучающие системы радиоимпульсных автогенераторов логического блока.

10

15

20

25

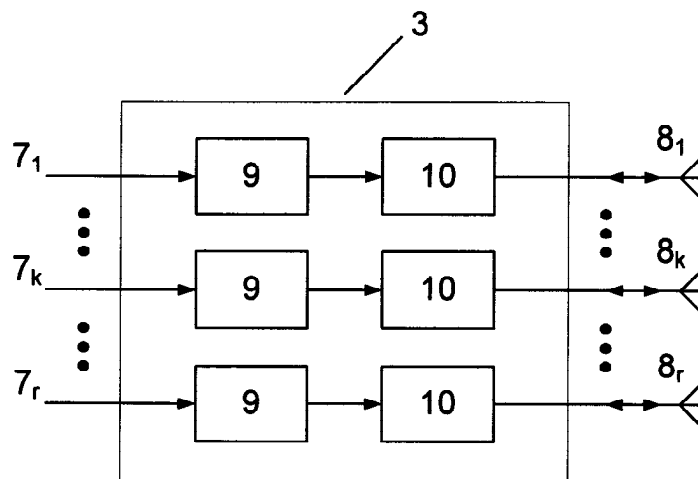
30

35

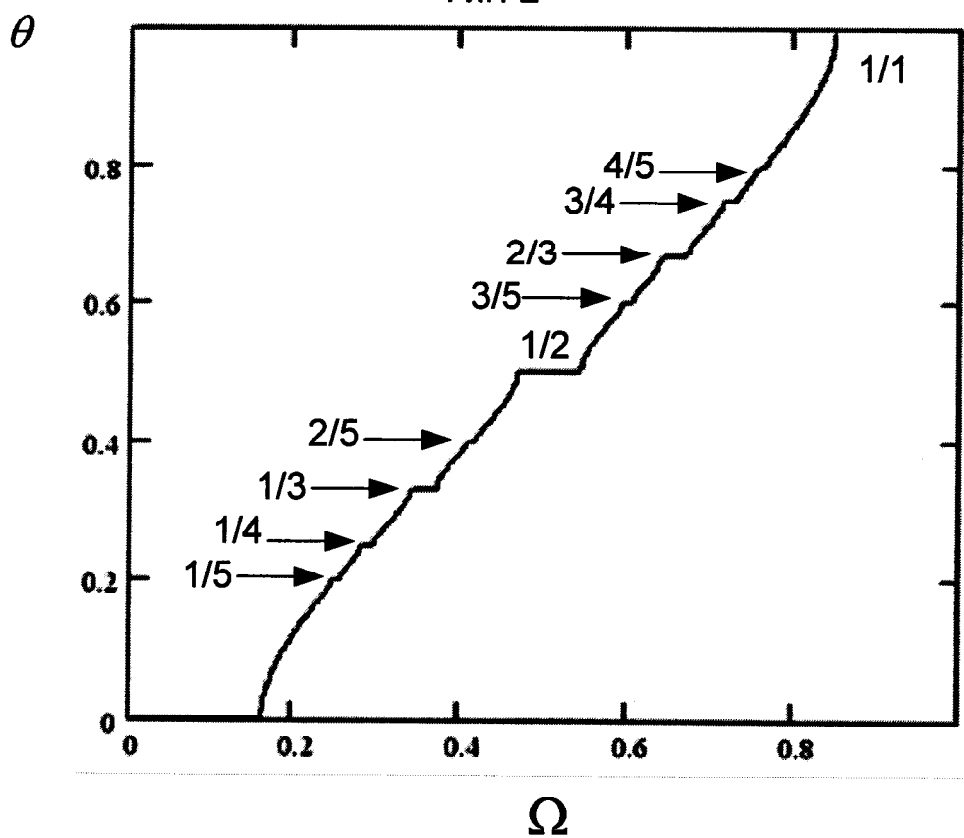
40

45

50



Фиг. 2



Фиг. 3



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: 2007104885

Дата прекращения действия патента: 09.02.2009

Извещение опубликовано: 27.09.2010 БИ: 27/2010

RU 2 348 976 C2

RU 2 348 976 C2